

## PATTERN-MEASURING METHOD

Publication number: JP2001091214

Publication date: 2001-04-06

Inventor: SATO TAKASHI; INOUE SOICHI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: H01L21/027; G01B11/00; G01B15/00; G01B15/04;  
G03F1/08; H01L21/02; G01B11/00; G01B15/00;  
G03F1/08; (IPC1-7): G01B11/00; G03F1/08;  
H01L21/027

- European:

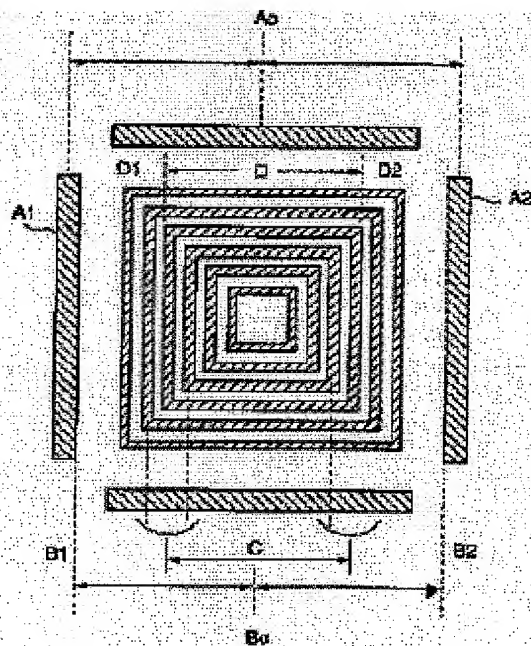
Application number: JP19990269919 19990924

Priority number(s): JP19990269919 19990924

Report a data error here

### Abstract of JP2001091214

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a pattern to be measured with only one exposure and to make good accuracy measurement, even if the fully occupying area of the pattern for measurement is reduced. **SOLUTION:** In this pattern measuring method for measuring the relative position between a reference pattern and the pattern to be measured to measure the aberration function of an optical system in an aligner, with a testing mask having a pattern to be measured formed by fine-pitch repeated patterns and reference patterns having a larger line width than the above pattern, which are disposed line-symmetrical on both sides of the pattern to be measured, a projection aligner is used to expose each pattern on a wafer, and then for the respective patterns formed on the wafer, the center position  $A_c$  between the reference patterns  $A_1$ ,  $A_2$  and the center position of the pattern to be measured except both ends on the wafer are measured by a measuring device, having a wavelength shorter than the exposure wavelength to obtain a difference between the respective center positions.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-91214  
(P2001-91214A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 B	11/00	G 0 1 B	11/00 C 2 F 0 6 5
	15/00		15/00 B 2 F 0 6 7
	15/04		15/04 2 H 0 9 5
G 0 3 F	1/08	G 0 3 F	1/08 M 5 F 0 4 6
H 0 1 L	21/027	H 0 1 L	21/30 5 1 5 F
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-269919

(22) 出願日 平成11年9月24日 (1999.9.24)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 佐藤 隆

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 井上 壮一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

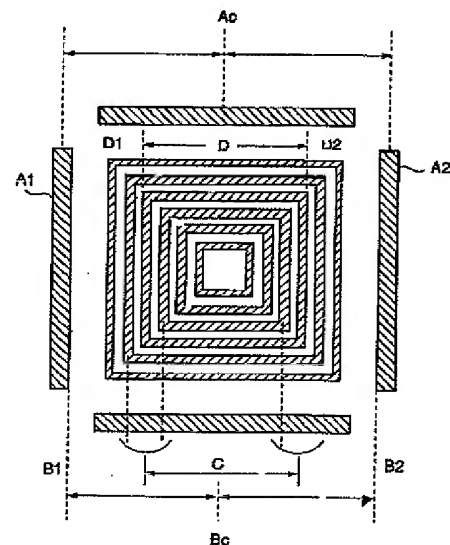
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン測定方法

(57) 【要約】

【課題】 1度の露光で被測定用パターンを形成し、且つ測定用パターンの占有面積を小さくしても精度良い測定を行い得る。

【解決手段】 露光装置における光学系の収差関数の測定のために、基準パターンと被測定用パターンとの相対位置を測定するパターン測定方法であって、微細ピッチの繰り返しパターンからなる被測定用パターンと、この被測定用パターンの両側に線対称に配置された該パターンよりも線幅の大きい基準パターンとを有する検査用マスクを用い、投影露光装置を使用して各パターンをウェハ上に露光した後、ウェハ上に形成された各々のパターンに対し、露光波長よりも短い波長の測定光源を有する測定機器を用い、ウェハ上の基準パターンA1、A2の中心位置Acと被測定用パターンの両端を除く該パターンの中心位置を測定し、次いで各々の中心位置の差を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基準パターンと被測定用パターンとの相対位置を測定するパターン測定方法であって、所定周期の繰返しパターンからなる被測定用パターンと、この被測定用パターンよりも線幅の大きい基準パターンとを有するマスクを用い、投影露光装置を使用して上記各パターンを試料上に転写する工程と、前記転写により前記試料上に形成された各々のパターンに対し、該パターンを転写する際の露光波長よりも短い波長の測定光源又は荷電ビーム源を有する測定機器を用い、前記試料上の基準パターンの中心位置と被測定用パターンの中心位置を測定し、且つ被測定用パターンに対しては繰返しの最初と最後の部分を除くパターンの中心位置を測定する工程と、前記測定された各中心位置の差を求める工程と、を含むことを特徴とするパターン測定方法。

【請求項2】前記マスクの基準パターンは、被測定用パターンを挟んで線対称に、又は被測定用パターンに挟まれて線対称に配置されることを特徴とする請求項1記載のパターン測定方法。

【請求項3】前記マスクの被測定用パターンは、前記試料上に形成すべき実際の回路パターンと同等のパターンを模して形成されることを特徴とする請求項1記載のパターン測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リソグラフィー工程における転写パターンの測定方法に係わり、特に露光装置の光学系の収差等を調べるためのパターン測定方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、マスクに形成されたパターンをウェハ上に縮小転写する露光装置において、LSIのデバイスパターンが微細化するに伴い、特定のパターンが非対称に転写される現象が生じている。この現象は、主にレンズ収差によるものと考えられており、従ってレンズ収差を測定する技術が必要となっている。

【0003】従来より、基準パターンと複数本のパターンの組からなる被測定用パターンとの相対位置ずれ量を測定することによって、露光装置の光学系の測定を行う方法が知られている。この際、光学系の瞳面における収差関数を精度良く求めるためには、被測定用パターンが無限に続く回折格子である必要があるが、これは実質的に不可能である。このため、実質的に無限と見なすことができるように、1度目の露光で基準パターンと同一繰返しの複数本からなる被測定用パターンをウェハ上に転写し、その後被測定用パターンの繰返し部の最初と最後のパターンを2度目の露光で消失させ、内側の繰返し部のみが最終的に残るようにしている。

【0004】このようにすることで、基準パターンと実

質的に無限回繰返される被測定用パターンとの間の相対位置を測定することができる。繰返し部の最初と最後のパターンを消失させる範囲は、両端の1本ずつでも良いし複数本でも良い。被測定用パターンのサイズは、露光装置の解像限界付近であり、近年のデバイスの微細化に伴い4分の1ミクロン以下の場合があった。

【0005】ところで、この種のパターンの相対位置測定には、光学式位置ずれ検査装置が用いられており、その検査装置の解像力はせいぜい1 $\mu$ m程度である。このため、被測定用パターンの位置を求めるときは、パターン1本ずつの位置を求めるのではなく、パターンの組がどこにあるかを求めていた。上記のように実質的に無限回繰返す繰返しパターンを作るために2度目の露光をして両端のパターンを消失させる必要があったのは、測定装置が被測定用パターン1本ずつの位置を測定できるだけの解像力を有しないためである。

【0006】また、測定装置に高い解像力がないため、基準パターンと被測定用パターンからなるモニタパターンを比較的大きくする必要があった。実際に使われるモニタパターンの占有領域は10～30 $\mu$ m四方程度であり、十分に小さいものとは言えなかった。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の技術では、露光装置における光学系の収差関数を精度良く求めようとすると、1度の露光では被測定用パターンを形成できず2度の露光が必要であり、その分手間がかかった。また、被測定用パターンの占有面積が大きいため、デバイスの製造工程の中に光学系の測定に用いるパターンを工程検査用パターンとして導入することは困難であった。

【0008】本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、1度の露光で被測定用パターンを形成し、且つ測定用パターンの占有面積を小さくしても精度良い測定を行うことができ、露光装置における光学系の収差関数等の測定に適したパターン測定方法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】(構成)上記課題を解決するために本発明は次のような構成を採用している。

【0010】即ち本発明は、基準パターンと被測定用パターンとの相対位置を測定するパターン測定方法であって、所定周期の繰返しパターンからなる被測定用パターンと、この被測定用パターンよりも線幅の大きい基準パターンとを有するマスクを用い、投影露光装置を使用して上記各パターンを試料上に転写する工程と、前記転写により前記試料上に形成された各々のパターンに対し、該パターンを転写する際の露光波長よりも短い波長の測定光源又は荷電ビーム源を有する測定機器を用い、前記試料上の基準パターンの中心位置と被測定用パターンの中心位置を測定し、且つ被測定用パターンに対して

は繰り返しの最初と最後の部分を除くパターンの中心位置を測定する工程と、前記測定された各中心位置の差を求める工程と、を含むことを特徴とする。

【0011】ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものがあげられる。

【0012】(1) マスクの基準パターンは、被測定用パターンを挟んで線対称に、又は被測定用パターンに挟まれて線対称に配置されること。

【0013】(2) マスクの被測定用パターンは、試料上に形成すべき実際の回路パターンと同等のパターンを模して形成されること。

【0014】(3) 基準パターンと被測定用パターンの相対位置測定には、荷電ビーム源を有する測定装置 (SEMなど) を用いること。

【0015】(4) 基準パターンと被測定用パターンを複数組用意し、各組が互いに回転していて、回転角は360度を整数で除した値であること。

【0016】(作用) 本発明によれば、基準パターンと被測定用パターンの相対位置ずれ量を測定することで、投影光学系のパターンに対する収差等による影響を調べることができる。そしてこの場合、露光波長よりも短い波長の測定光源又は荷電ビーム源を有する測定装置を用いて基準パターン及び被測定用パターンの位置を測定するために、微細ピッチの被測定用パターンの1本1本を解像することができる。このため、被測定用パターンの繰り返しの最初及び最後の部分、即ち寸法精度の低い端部のパターンを物理的に除去しなくとも、これらのパターンを光学的に除去した状態で測定を行うことができる。

【0017】従って、1度の露光で形成された被測定用パターンであっても、その位置を精度良く測定することができ、露光装置における光学系の収差関数等の測定等に効果的に適用することが可能となる。また、測定機器の解像力が高いことから、被測定用パターンの占有面積を小さくすることができ、これによりデバイスの製造工程で工程検査用パターンとして導入することも可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0019】(第1の実施形態) まず、図1に示すように、基準パターン11と被測定用パターン12を形成したマスクを用意する。ここで、各々のパターン11、12は、例えば透明基板上に形成された遮光膜パターンとする。被測定用パターン12は繰り返しパターンであり、基準パターン11と被測定用パターン12は両者共に線対称な配置にする。このため、基準パターン11の両側に被測定用パターン12を配置しても良いし、基準パターン11で被測定用パターン12を挟むようにしても良い。

【0020】基準パターン11は、中心点10に対しX方向に線対称に配置されたラインパターン11a、11bと、中心点10に対しY方向に線対称に配置されたラインパターン11c、11dとからなる。各々のラインパターンは、比較的寸法の大きい (ウェハ上換算で1.5 $\mu$ m程度) ものである。

【0021】被測定用パターン12は、中心点10に対しX方向に線対称に配置された多数本 (図では簡単のために6本にしている) のラインパターンと、中心点10に対しY方向に線対称に配置された多数本 (図では簡単のために6本にしている) のラインパターンとからなる。各々のラインパターンは、ウェハ上換算で0.2~0.3 $\mu$ m程度である。

【0022】なお、被測定用パターン12は、上記の同一周期のラインパターンをそれぞれ結合することにより、結果として中心点10を中心に複数の矩形環状パターン (図では簡単のために6本にしている) 12a~12fを周期的に配置したものとなっている。そして、基準パターン11が概略四方から被測定用パターン12を囲んだような構成となっている。

【0023】上記のような構成のマスクを露光装置にセットし、マスクの各パターンをウェハ上のレジストに転写する。さらに、現像処理してレジストパターンを得る。ウェハ上のレジストがポジ型の場合、マスクに遮光膜で形成した各パターン11、12の縮小像がレジストパターンとして残ることになる。そして、得られたレジストパターンに対して測定を行う。

【0024】基準パターンと被測定用パターンの相対位置測定には、測定光源として露光波長よりも短い波長の光源を用いる。或いは、電子ビームを使用した走査型電子顕微鏡 (SEM) 等の高解像力の測定装置を用いる。つまり、被測定用パターンの1本1本を十分に解像可能な測定装置を用いる。

【0025】また、このパターン測定では、ウェハ上の基準パターンの中心位置と被測定用パターンの中心位置をそれぞれ測定し、これらの相対位置を求める。このときに、被測定用パターンの繰り返しパターンのうち、繰り返しの最初と最後は繰り返しの周期性が失われているため、その部分は被測定用パターン位置の測定の際は考慮しないで被測定用パターンの位置を求める。

【0026】具体的には、図2に示すようにウェハ上に形成されたレジストパターンに対し、二つの基準パターンA1、A2のそれぞれの中心位置の中間点Acを求めて基準パターンの中心位置とする。被測定用パターンの位置は、複数本の被測定用パターンの平均的な中心位置から被測定用パターンの位置Cを求め、その中点を被測定用パターンの中心位置として出す。基準パターンの中心位置と被測定用パターンの中心位置の相対位置ずれ量は、投影光学系を通して転写した後はゼロではなくなる。そのずれ量を測定することで、投影光学系のパター

ンに対する収差等による影響を測定することができる。

【0027】基準パターンの位置計測をする際、基準パターンの測定エッジが4箇所以上ある場合は、線対称な関係にある2箇所の位置B1、B2から基準パターンの位置をBcのようにして求めても良い。また、被測定用パターンは、線対称な関係にある2箇所のパターンエッジの測定点位置D1、D2から被測定用パターン位置Dを求めて、その中点を被測定用パターンの中心位置として求めても良い。

【0028】なお、マスクに形成するパターンの配置は、図1に限るものではなく図3に示すように、被測定用パターン32が概略四方から基準パターン31を囲んだような構成であってもよい。このような場合でも、ウェハ上に形成された基準パターンと被測定用パターンの位置を上記のようにして求めることが可能である。図1、図3の場合には、同一マークで水平方向だけでなく、垂直方向の測定を行うことも可能である。概略四方を囲む際、その形は必ずしも正方形である必要はなく、正多角形であったり円であっても良い。

【0029】また、高次の収差まで測定するために、図1や図3に示すような基準パターンと被測定用パターンの組を複数組用意し、各組が互いに回転しているように配置しても良い。この場合の回転角は、360度を整数で除した値である。

【0030】このように本実施形態によれば、ウェハ上に被測定用パターンを形成する際、2度の露光を行う必要はなく1度の露光で済むため、被測定用パターンの形成が極めて容易に迅速にできるようになる。そして、被測定用パターンの繰り返しパターンの最初と最後を測定に含めないで、被測定用パターンを無限に続く繰り返しパターンとして扱うことができ、精度良い測定が可能である。また、基準パターンと被測定用パターンの組を回転させた物を組み合わせて配置することにより、投影光学系の収差測定の際、高次の収差まで測定することが可能である。

【0031】(第2の実施形態)被測定用パターンの変形例として、図4のようにすることができる。これは、基準パターン41と被測定用パターン42の関係は、基準パターン41が概略二方から被測定用パターン42を囲んだような構成である。

【0032】基準パターン41の位置はA又はBの位置から求め、被測定用パターン42はFの位置から求める。求め方の詳細は第1の実施形態の場合とほぼ同じなので省略する。この場合も、先の第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0033】なお、基準パターン41が概略二方から被測定用パターン42を囲んだような構成に限らず、被測定用パターン42が基準パターン41を概略二方から囲んだような構成であっても良い。これらのパターン41、42には、水平方向だけでなく、垂直方向のパター

ンがあっても良い。基準パターン41と被測定用パターン42は、パターンサイズや密度を変えて複数組同時に露光しても良い。

【0034】また、高次の収差を測定するために、図4に示すような基準パターンと被測定用パターンの組を複数組用意し、各組を互いに回転しているように配置しても良い。この場合の回転角は、360度を整数で除した値である。基準パターン41と被測定用パターン42の相対位置測定には、測定光源として露光波長よりも短い波長の光源を用いる、或いは荷電ビーム源を使用したSEM等の高解像力の測定装置を用いる。

【0035】(第3の実施形態)基準パターンと被測定用パターンが半導体デバイス作成用の原板内に配置される場合は、被測定用パターンとして半導体デバイスパターンを用いることができる。その例を図5に示す。この図は、被測定用パターンとして実際に形成すべき回路パターンと同等のパターンが形成されたマスクを用いた露光によって、ウェハ上に形成されたレジストパターンを示している。

【0036】基準パターンの位置の求め方は、第1の実施形態の通りである。即ち、二つの基準パターンA1、A2のそれぞれの中心位置の中点Acを求めて基準パターンの中心位置とする。又は、基準パターンの位置計測をする際に基準パターンの測定エッジが4箇所以上ある場合は、線対称な関係にある2箇所の位置B1、B2から基準パターンの位置をBcのようにして求めても良い。

【0037】被測定用パターンの位置測定では、複数本の被測定用パターンの平均的な中心位置から被測定用パターンの位置Hを求め、その中点を被測定用パターンの中心位置として出す。また、線対称な関係にある2箇所のパターンエッジの測定点位置G1、G2から被測定用パターンの長さGを求め、その中点を被測定用パターンの中心位置として求めても良い。

【0038】基準パターンと被測定用パターンは、1組が例えば5 $\mu$ m四方の枠内に収まる程度と極めて小さいものである。基準パターンと被測定用パターンの相対位置測定には、先の第1の実施形態と同様に、測定光源として露光波長よりも短い波長の光源を用いるか、或いは荷電ビーム光源を使用したSEM等の高解像力の測定装置を用いればよい。

【0039】本実施形態によれば、先の第1の実施形態と同様の効果が得られるのは勿論のこと、回路パターンを被測定用パターン内に用いることで、その回路特有の収差の影響を測定することができる。また、基準パターンと被測定用パターンからなるモニタパターンが5 $\mu$ m四方程度と極めて小さくなり、測定専用のマスクではなく実際の露光用マスクにモニタパターンを形成することもできるため、モニタパターンをデバイスの製造工程で工程検査用パターンとして導入することが可能となる。

【0040】また、図1～第3の実施形態で用いたパターン位置の求め方はこの方法に限定されるわけではなく、発明の趣旨内であれば他の求め方をすることができる。基準パターンは、図1～図5に示すように必ずしも長く形成する必要はなく、エッジ位置を測定すべき方向と直交する方向に該測定に要する長さ以上あればよい。また、マスクに形成する基準パターン及び被測定用パターンは必ずしも遮光膜である必要はなく、半透明膜で形成することも可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、試料上に形成された基準パターン及び被測定用パターンに対し、露光波長よりも短い波長の測定光源又は荷電ビーム源を有する測定機器を用い、基準パターンの中心位置と被測定用パターンの中心位置を測定し、且つ被測定用パターンに対しては両端を除くパターンの中心位置を測定するようにしているので、被検査パターンの繰り返しの最初及び最後を除去する必要なしに、基準パターンと被測定用パターンとの相対位置を精度良く測定すること

ができる。

【0042】従って、光学系の収差関数を精度良く求めようとする場合でも、被測定用パターンの形成に要する露光回数を1度で済ませることができ、検査プロセスの容易化及び高速化をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に用いたマスク上のパターン配置を示す図。

【図2】ウェハ上に形成されたレジストパターンを示す図。

【図3】マスク上のパターン配置の別の例を示す図。

【図4】第2の実施形態におけるマスク上のパターン配置例を示す図。

【図5】第3の実施形態におけるウェハ上のパターン形成例を示す図。

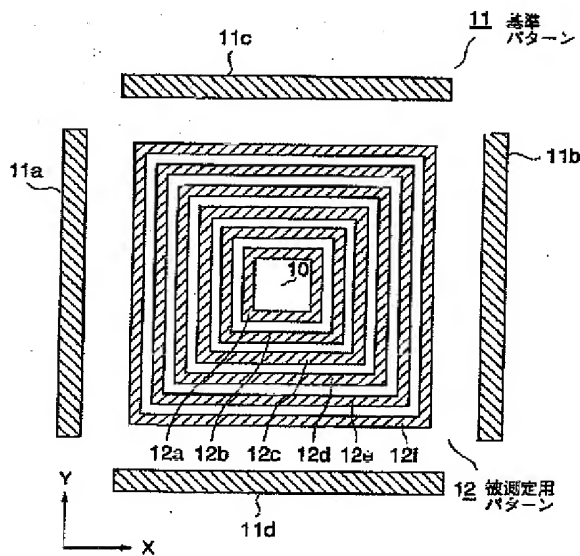
【符号の説明】

10…中心点

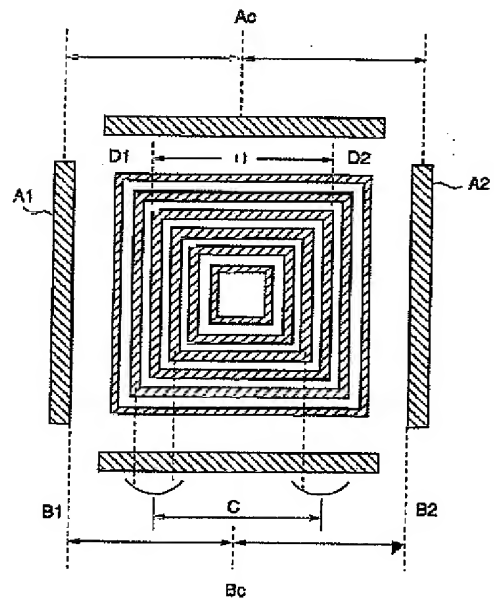
11, 31, 41…基準パターン

12, 32, 42…被検査パターン

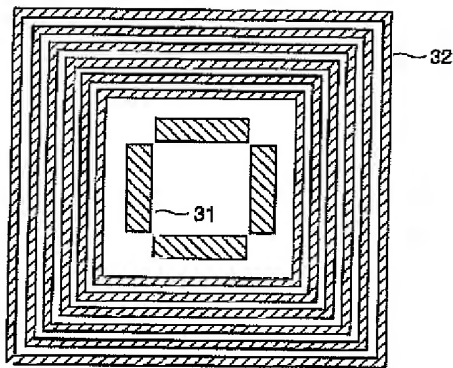
【図1】



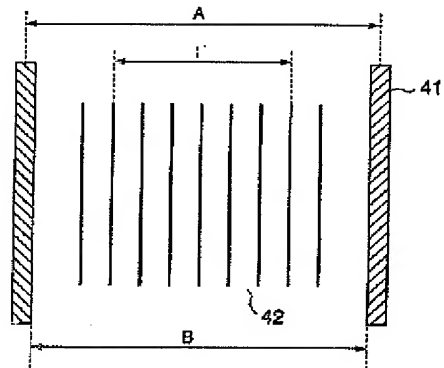
【図2】



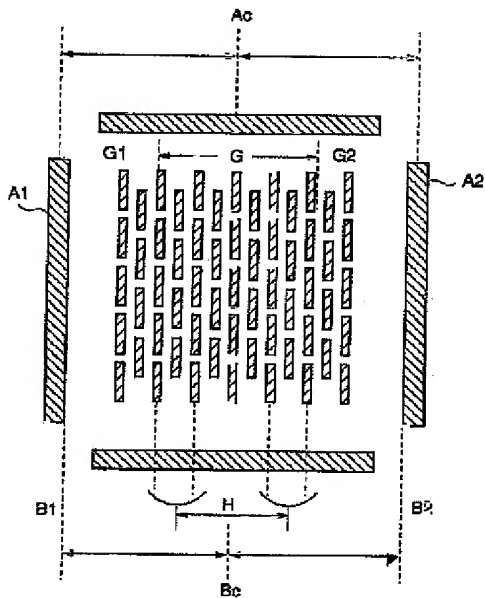
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

(参考)

H 0 1 L 21/30

5 1 6 A

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA17 AA56 BB02 BB22  
CC19 DD03 FF61 GG22 PP24  
QQ25 QQ31  
2F067 AA13 AA15 AA54 BB04 CC17  
EE04 GG01 HH06 KK06 LL00  
LL18 RR35  
2H095 BD09 BD14 BD23 BE06 BE09  
5F046 BA04 CB17 DA13 DA30 DB05